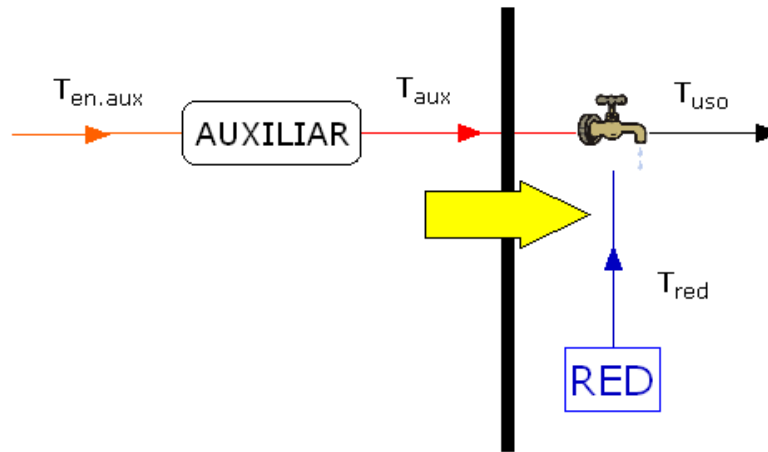


Preguntas frecuentes

1. TEMPERATURA DE REFERENCIA Y TEMPERATURA DE CONSIGNA PARA LOS SISTEMAS AUXILIARES

La temperatura de consigna del sistema auxiliar ($T_{c.aux}$) es la única con un paralelo claro en la instalación real. Si la temperatura de entrada al sistema auxiliar ($T_{en.aux}$) es menor que la consigna $T_{c.aux}$, el auxiliar aporta la energía necesaria para que $T_{aux} = T_{c.aux}$



$T_{en.aux}$ procede de otros elementos de la instalación (distribución, acumulador o intercambiador individual), mientras que la temperatura de red (T_{red}) es un dato de entrada. La temperatura de uso (T_{uso}) es la temperatura a la cual se realiza el consumo. Su valor lo fija el consumidor mezclando agua caliente con agua fría a su gusto.

La confusión aparece cuando se identifica la temperatura de uso (T_{uso}) con la de referencia. Esto no es correcto. ACSOL no utiliza ni necesita conocer la temperatura de uso.

Para definir la demanda térmica, los códigos (CTE, PROSOL, ...) hablan de una demanda de ACS a la temperatura de referencia. De esta manera están fijando la energía (MJ) térmica demandada por el consumidor, que se calcula como:

$$DEMANDA TÉRMICA = M_{ref} * C_p * (T_{referencia} - T_{red})$$

En el CTE, $T_{referencia} = 60^{\circ}\text{C}$ y $M_{ref} = 22$ litros/día-persona para viviendas multifamiliares. Como su nombre indica, la temperatura de referencia no es más que una referencia para definir la demanda térmica. En otros códigos se utilizan otras referencias, por ejemplo 45°C en PROSOL. Esta temperatura únicamente sirve para sustituirla en la ecuación anterior.

El modelo matemático de ACSOL termina en la frontera indicada por la línea negra gruesa de la figura. El programa no necesita conocer lo que el consumidor final hace con el agua, únicamente tiene que asegurar que la energía transferida a través de la frontera (flecha amarilla) es igual a la demanda térmica tipificada por el código, esto es, que

$$M_{aux} * C_p * (T_{aux} - T_{red}) = M_{ref} * C_p * (T_{referencia} - T_{red})$$

La temperatura de consigna del sistema auxiliar suele estar entre 45°C y 55°C . La ecuación anterior nos muestra que su valor es importante porque condiciona M_{aux} , la cantidad de agua que debe extraerse del acumulador o que debe pasar por el intercambiador de calor situado aguas arriba del auxiliar. Cuanto mayor es T_{aux} , menor tendrá que ser M_{aux} para ceder la misma cantidad de energía (del sistema saldrá menos volumen de agua pero más caliente). Obviamente este factor afectará a la temperatura media del campo de captadores y, consecuentemente, al rendimiento de la instalación.

NOTA: En el programa PACSOL no se siguió este esquema. La temperatura para definir la demanda de ACS se fijó igual a la de uso en las duchas. Por este motivo, en PACSOL se recomienda definir los consumos a 45°C .

2. ¿QUÉ ES EL PASO DE TIEMPO?

Para calcular las prestaciones de una instalación a lo largo de un año, ACSOL divide el año en periodos de tiempo iguales y resuelve el estado del sistema (temperaturas, flujos, señales de control, etc.) en cada intervalo. El paso de tiempo es la duración de estos intervalos, y define la resolución temporal de la simulación.

Por ejemplo, si el paso de tiempo es de una hora, el año se divide en 8760 intervalos (= 365 días * 24 horas/día) y el modelo se resuelve 8760 veces, una vez en cada intervalo. La simulación habrá generado series temporales de 8760 valores para cada variable: temperatura de captadores, temperatura del acumulador, estado de la bomba (on/off), etc. Estos resultados, muy cuantiosos, se procesan e integran para calcular las métricas mensuales y anuales que se recogen en el informe: consumos, aporte solar, etc.

¿Cómo elegir el paso de tiempo?. ¿Una hora o un segundo?. Todos sabemos que para tomar una fotografía de un objeto en movimiento la velocidad de obturación de la cámara debe ser mayor que en el caso de un objeto en reposo. De la misma manera, el paso de tiempo de una simulación depende de la rapidez de los fenómenos objeto de estudio.

Como en cualquier otro sistema físico, en un sistema solar podemos encontrar fenómenos rápidos, por ejemplo todos los procesos de mezcla en el acumulador, el movimiento del fluido en las tuberías o las actuaciones del sistema de control. Sin embargo, las prestaciones anuales de la instalación no dependen demasiado de estos detalles, sino que está dominadas por excitaciones más lentas. Fácilmente podemos identificar procesos que se repiten cada 24 horas:

- la captación sigue el ciclo día/noche
- la demanda suele seguir el ciclo día/noche
- el volumen de acumulación se toma igual a la demanda de agua de un día, es decir, el tiempo medio de residencia del agua en el acumulador es igual a un día

Aunque la periodicidad sea de un día, sabemos que las condiciones meteorológicas en dos días consecutivos son diferentes. Esto hace necesario ampliar el horizonte de tiempo. Teniendo en cuenta las estaciones, el periodo mínimo de simulación se sitúa en un año. Sin embargo, el clima también varía de año en año, de manera que el horizonte se extiende al periodo de vida de la instalación, con suerte los próximos 20 años. Suponiendo que el clima de los siguientes 20 años será parecido al de los 20 anteriores, habría que simular la instalación utilizando un registro de condiciones meteorológicas de 20 años. De esta manera podremos estimar con bastante exactitud cuánta energía convencional ahorrará el sistema solar durante su vida útil. Este procedimiento tiene dos inconvenientes evidentes: **(1)** no suelen haber registros meteorológicos tan detallados, **(2)** el tiempo de cálculo es demasiado grande. La solución consiste en utilizar un [año típico para la localidad](#), que no describe el clima de un año concreto, sino que se trata de un año artificialmente generado de manera que describa las características medias del clima del lugar.

Con estos razonamientos tenemos acotado el tiempo de simulación entre un día y un año. Volviendo a la escala diaria, necesitamos más resolución para saber qué sucede en cada día, ya que la demanda raramente está en fase con la producción solar. Llegamos así a la escala horaria, que es la más utilizada en este tipo de cálculos por representar un buen compromiso entre precisión, tiempo de cálculo e información requerida. Este último factor se refiere a la cantidad de información necesaria para ejecutar una simulación. Por ejemplo, hoy en día es fácil conseguir medidas de datos meteorológicos (temperatura, radiación) para cada hora del año, pero bastante más difícil para cada minuto.

Para estudiar ciertos problemas, no contemplados por ACSOL, se requieren pasos de tiempo mucho menores.

3. ¿QUÉ PASO DE TIEMPO DEBO UTILIZAR?

Atendiendo a los comentarios del punto anterior, debería utilizarse una hora. En realidad casi todos los esquemas utilizan pasos de tiempo menores por ciertas cuestiones numéricas que no trataremos aquí.

Los pasos de tiempo recomendados (en negrita) y permitidos son:

- Acumulación centralizada: 1 hora - **30 minutos** - 15 minutos - 12 minutos - 6 minutos
- Acumulación distribuida: **30 minutos** - 15 minutos - 12 minutos - 6 minutos
- Acumulación mixta: **30 minutos** - 15 minutos - 12 minutos - 6 minutos
- Intercambiadores individuales: **30 minutos** - 15 minutos - 12 minutos - 6 minutos

- ACSOL-1: **1 hora** - 30 minutos - 15 minutos - 12 minutos - 6 minutos
- PACSOL: fijado internamente en 12 minutos

4. ¿CUÁNDO DEBO MODIFICAR EL PASO DE TIEMPO?

Puede hacerlo siempre que quiera. Una buena práctica consiste en simular la misma instalación con un paso de tiempo y con el inmediatamente inferior para comprobar que los resultados no difieran demasiado (< 5% por ejemplo). Si son muy distintos, debe repetir la simulación utilizando el paso de tiempo inmediatamente inferior al último que utilizó, y así hasta que los resultados sean consistentes. Para los sistemas contemplados en ACSOL esto suele ocurrir a partir de 30 minutos.

Lea también la siguiente pregunta.

5. ¿QUÉ SIGNIFICA LA VARIABLE "DESCUADRE" QUE APARECE AL FINAL DEL INFORME DE RESULTADOS?

Al final del informe de resultados encontrará una sección denominada "**SIMULACIÓN**" (únicamente disponible para sistemas multifamiliares)

- **SIMULACIÓN**

Paso de tiempo de simulación: 0.50 [horas]

Cierre del balance de energía [%]:

Mes	Descuadre [%]
Enero	-0.623
Febrero	-0.636
Marzo	-0.673
Abril	-0.654
Mayo	-0.691
Junio	-0.717
Julio	-0.771
Agosto	-0.777
Septiembre	-0.747
Octubre	-0.720
Noviembre	-0.625
Diciembre	-0.590

Como en el sistema real, en el sistema simulado debe conservarse la energía:

$$DESCUADRE = \text{energía solar captada} + \text{energía cedida por los sistemas auxiliares} - \text{pérdidas en tuberías} - \text{pérdidas en los acumuladores} - \text{energía cedida a los consumidores}$$

En principio la variable *DESCUADRE* debe ser igual a cero. Sin embargo, en una simulación con TRNSYS la energía no se conserva completamente debido a las tolerancias de cálculo y/o a problemas numéricos al resolver las ecuaciones. Puede comprobarlo en la tabla anterior, donde ninguno de los valores es igual a cero.

En algunas circunstancias especiales el balance de energía de la simulación puede salir muy mal. A título orientativo, ante descuadres mayores del 5% deberíamos cuestionarnos la validez de los resultados.

MAL CIERRE DE BALANCE => LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SON INCORRECTOS

En estas circunstancias lo primero que debe hacer es revisar los datos de entrada en busca de errores, valores imposibles o muy extremos. [En ACSOL, la mayoría de los problemas con el balance de energía se deben a caudales de distribución o recirculación muy elevados, mucho más que los razonables para el sistema en consideración.](#)

Si todas las entradas son correctas, puede tratar de simular de nuevo utilizando una tolerancia más estricta y/o un paso de tiempo menor. Ambos parámetros pueden modificarse en la pantalla "simulación". Es recomendable modificar primero la tolerancia. En cualquier caso el tiempo de cálculo aumentará considerablemente y no está garantizado el éxito.

6. MI INSTALACIÓN NO TIENE INTERCAMBIADOR DE CALOR PRIMARIO

La ausencia de intercambiador equivale a un intercambiador de efectividad igual a uno. Defina un intercambiador de potencia nominal muy alta y compruebe en el informe de resultados que la efectividad calculada es igual a la unidad.

7. ¿PUEDO DEFINIR UN NUEVO TIPO DE ACUMULADOR INDIVIDUAL?

Si. Para facilitar la entrada de datos, los detalles de los acumuladores se han definido internamente, pero puede editar los ficheros que contienen esta información. Para los sistemas multifamiliares, se encuentran en el subdirectorio ".archivos\MultiAcSol\Data".

Verá que hay cuatro ficheros llamados Acumuladores{A,B,C,D}.dat. Estos cuatro ficheros son idénticos. Cada uno de ellos está asociado a uno de los desplegables de selección del volumen de acumulación que se encuentran en la "pantalla viviendas".

PASO 1: Cierre ACSOL

PASO 2: Haga copias de seguridad de los ficheros "Acumuladores{A,B,C,D}.dat"

PASO 3: Abra uno de ellos, por ejemplo AcumuladoresA.dat, con el bloc de notas Windows

PASO 4: Verá algo como lo mostrado en la siguiente figura

```

AcumuladoresA.dat - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
17
1, 80 litros (0.60 m2),0.08,0.8,6,0.014,0.016,11.93,1400,0.30,0.03
2, 80 litros (0.75 m2),0.08,0.8,6,0.014,0.016,14.92,1400,0.30,0.03
3, 90 litros (0.60 m2),0.09,0.9,6,0.014,0.016,11.93,1400,0.30,0.03
4, 90 litros (0.75 m2),0.09,0.9,6,0.014,0.016,14.92,1400,0.30,0.03
5, 100 litros (0.60 m2),0.10,1.0,6,0.014,0.016,11.93,1400,0.30,0.03
6, 100 litros (0.75 m2),0.10,1.0,6,0.014,0.016,14.92,1400,0.30,0.03
7, 120 litros (0.60 m2),0.12,1.0,6,0.014,0.016,11.93,1400,0.35,0.035
8, 120 litros (0.75 m2),0.12,1.0,6,0.014,0.016,14.92,1400,0.35,0.035
9, 150 litros (0.60 m2),0.15,1.1,6,0.014,0.016,11.93,1400,0.35,0.035
10,150 litros (0.75 m2),0.15,1.1,6,0.014,0.016,14.92,1400,0.35,0.035
11,150 litros (0.80 m2),0.15,1.1,6,0.014,0.016,15.91,1400,0.35,0.035
12,150 litros (0.85 m2),0.15,1.1,6,0.014,0.016,16.91,1400,0.35,0.035
13,150 litros (1.20 m2),0.15,1.1,6,0.014,0.016,23.87,1400,0.35,0.035
14,200 litros (1.00 m2),0.20,1.2,6,0.014,0.016,19.89,1400,0.40,0.04
15,200 litros (1.20 m2),0.20,1.2,6,0.014,0.016,23.87,1400,0.40,0.04
16,300 litros (1.33 m2),0.30,1.3,6,0.014,0.016,26.46,1400,0.50,0.05
17,500 litros (1.73 m2),0.50,1.6,6,0.014,0.016,34.41,1400,0.60,0.06

(Las siguientes líneas son comentarios que el programa no utiliza)
##### Interpretación
ATENCIÓN: SI AÑADE ELEMENTOS A ESTE FICHERO, NO OLVIDE MODIFICAR EL NÚMERO
DE LA PRIMERA LÍNEA.SU VALOR DEBE SER IGUAL AL NÚMERO DE ACUMULADORES DEFINIDOS

LA COMA SE UTILIZA COMO SEPARADOR ENTRE CAMPOS.
EL SÍMBOLO DECIMAL ES PUNTO (.), NO COMA(,)
TAMPOCO UTILICE COMAS EN EL CAMPO DE TEXTO

```

El primer número (17 en la figura) es el número de acumuladores definidos en el fichero, no olvide modificarlo. Por ejemplo, si define dos nuevos acumuladores, su nuevo valor será 19.

Cada línea del fichero describe un tipo de acumulador. Los campos están separados por comas, de manera que no lo utilice este símbolo para otra cosa, por ejemplo dentro del campo que nombra al acumulador. El símbolo decimal es el punto (.). Cada línea contiene once campos con el siguiente significado:

1. Índice. Los acumuladores se muestran en el menú desplegable en orden secuencial
2. Texto que se muestra al usuario en el menú desplegable
3. Volumen del acumulador, en metros cúbicos
4. Altura del acumulador, en metros
5. Coeficiente global de pérdidas (acumulador a ambiente) en $\text{kJ/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$
6. Diámetro interior del tubo (supuesto liso) que conforma el intercambiador de calor sumergido, en metros
7. Diámetro exterior del tubo (supuesto liso) que conforma el intercambiador de calor sumergido, en metros
8. Longitud del tubo que conforma el intercambiador de calor sumergido, en metros
9. Conductividad del material que compone el intercambiador sumergido, en $\text{kJ/h}\cdot\text{m}\cdot\text{K}$
10. Diámetro del intercambiador sumergido, en metros (sería el diámetro de un cilindro imaginario que envolviera el tubo enrollado que forma el intercambiador de calor). Será algo menor que el diámetro interior del acumulador.
11. Paso del tubo enrollado, en metros (sería la distancia entre dos vueltas del tubo enrollado que forma el intercambiador)

Guarde el nuevo fichero AcumuladoresA.dat y haga tres copias del mismo, que deberán llamarse AcumuladoresB.dat, AcumuladoresC.dat y AcumuladoresD.dat

Como habrá observado, ACSOL utiliza un acumulador con serpentín sumergido. Esta versión del programa no incluye un modelo de acumulador con intercambiador de doble envolvente. Si quiere simular un intercambiador de doble envolvente, defina un acumulador con el mismo volumen y un serpentín con la misma área de transferencia que el intercambiador de doble envolvente. Esto sólo debe entenderse como una solución sin base teórica, ya que los coeficientes de transferencia son diferentes en ambos tipos de intercambiador.